Jb. nass. Ver. Naturkde. **138** S. 7-22 7 Abb. 1 Tab. Wiesbaden 2017

Nitratkonzentrationen im Grundwasser in Hessen

Harald Rückert

Hessen, Grundwasser, Nitrat, Landnutzung, Langzeitverhalten

K u r z f a s s u n g : Auf der Basis von Beschaffenheitsparametern der Messstellen des staatlichen Landesgrundwasserdienstes und der für Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen und Quellen von Wasserversorgungsunternehmen erstellt das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie in Wiesbaden in bestimmten zeitlichen Abständen eine landesweite Übersicht über die Grundwasserbeschaffenheit. Dieser Beitrag hat die Nitratkonzentrationen im Grundwasser in Hessen zum Gegenstand. Höhere Nitratgehalte hängen im Wesentlichen von der Landnutzung ab, die höchsten Gehalte werden in landwirtschaftlich dominierten Gebieten nachgewiesen.

Nitrate concentrations in the groundwater in Hesse

Hesse, groundwater, nitrate, land use, long-term trends

A b s t r a c t : Based on qualitative parameters of monitoring stations of the State run groundwater network and furthermore of the so-called raw water networks (productive wells and springs) of public, industrial and other water suppliers the Hessian Agency for Nature Conservation, Environment and Geology in Wiesbaden provides a countrywide survey of the groundwater quality within specific time intervals. This contribution deals with the nitrate concentrations in the groundwater bodies in Hesse. Higher nitrate contents depend mainly on the land use, the highest values are detected in agriculturally dominated areas.

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung der Nitratuntersuchungen im Grund- und Rohwasser

Auf Grundlage der Verordnung über die Untersuchung des Rohwassers von Wasserversorgungsanlagen (Rohwasseruntersuchungsverordnung – RUV) vom 19. Mai 1991 und einer ergänzenden Verwaltungsvorschrift für die Durchführung der RUV sind Betreiber von Wasserversorgungsanlagen (insbesondere öffentliche, aber auch gewerbliche, industrielle und landwirtschaftliche) verpflichtet, das geförderte Grundwasser vor einer eventuellen Aufbereitung (= Rohwasser) auf seine chemische, physikalische und biologische Beschaffenheit hin untersuchen zu lassen. Zusammen mit den Messstellen des relativ weitmaschigen Messnetzes des staatlichen Hessischen Landesgrundwasserdienstes kann daher auf ein dichtes und weitgehend konsistentes Messstellennetz zugegriffen werden. Für die Zeit vor 1991 ergibt sich eine größere Varianz der Messwerte, da die Anzahl der Messstellen öfters variiert und insgesamt geringer war. Dieses Messnetz hat die Zielsetzung, sich im Wesentlichen einen flächenhaften Überblick über den Grundwasserstatus zu verschaffen. Im Zusammenhang mit der Erkundung und ggf. Sanierung von Grundwasserschadensfällen, die ihre Ursache in Punktquellen haben (z. B. nicht dem Stand der Technik entsprechende Tankanlagen), werden auch kleinräumige Messnetze eingerichtet, die jedoch nicht Gegenstand dieses Beitrages sind. Grundwassermessnetze sind aber nur ein, wenn auch ein sehr wesentlicher Baustein eines gut organisierten Grundwasser-Monitoring, das den weitreichenden Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik entsprechen muss (Toussaint 2004). Insbesondere soll es einen qualifizierten Überblick über den Zustand unserer Grundwasserressourcen verschaffen, die zunehmend in quantitativer und qualitativer Hinsicht durch den Menschen beeinträchtigt sind, und Experten die Möglichkeit geben, die negativen Folgen dieser Entwicklung soweit wie möglich zu minimieren. Auch das Berichtswesen ist Teil des Grundwasser-Monitoring, die Öffentlichkeit ist nach den Vorgaben der WRRL einzubeziehen. In diesem Sinne sind auch die diesbezüglichen Publikationen und Fachberichte des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), die auch im Internet bereitgestellt werden, zu verstehen (Rückert 2016).

Als eine von vielen Beeinträchtigungen der Qualität des Grundwassers, das in Hessen mit 95 Prozent Rohstoff unseres Trinkwassers ist, gilt der Nachweis von Nitrat in Konzentrationen von mehr als 10–15 mg/l. Die wichtigsten Ursachen für erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser sind diffuse Stickstoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung (Nitratdüngung, Aufbringen von Gülle), aber auch aus der Massentierhaltung resultierende Punktquellen spielen eine wesentliche Rolle. Auch atmosphärische Stickstoffeinträge, die ihre Ursachen im Kraftfahrzeugverkehr, in Industrieanlagen, der Hausfeuerung und der Landwirtschaft haben, können Ursache für höhere Nitratkonzentrationen sein.

Eine weitere Quelle sind undichte Abwasserkanäle, besonders Hausanschlüsse können ein Problem darstellen.

Der durch die Düngung und/oder durch den atmosphärischen Eintrag auf die Fläche gelangte Stickstoff wird dabei im Boden angereichert. Durch Niederschlagsereignisse und dem damit verbundenen Sickerwasser wird der Stickstoff als Gas gelöst und als Nitrat (NO_3^-) oder Ammonium (NH_4^+) in das Grundwasser verlagert. Nitrat ist im oberflächennahen Grundwasser landesweit verbreitet, die Ursache muss aber nicht anthropogen sein, da auch von Natur aus in der Atmosphäre vorhandener und aus der Pflanzenatmung stammender gasförmiger Stickstoff im Zusammenhang mit dem Prozess der Grundwasserneubildung in den Untergrund gelangt. Außerdem wird organisches Material im Laufe der Zeit zersetzt, die organischen Stickstoffverbindungen werden dabei mineralisiert und gelangen als wasserlösliches Nitrat ins Grundwasser.

Der Nitrat-Grenzwert für Trinkwasser beträgt nach der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser-Verordnung – TrinkwV 2001) 50 mg/l. In einigen Gebieten sind die Nitratkonzentrationen im Grundwasser so hoch, dass hierdurch Probleme für die dort vorhandene Trinkwasserversorgung bestehen. Im Körper kann aus Nitrat Nitrit gebildet werden, das bei Kleinkindern zu einer lebensbedrohlichen Methämoglobinämie führen kann. Außerdem kann Nitrat in kanzerogene Nitrosamine und Nitrosamide umgebildet werden.

Die auf Plausibilität überprüften physikalischen und chemischen Grundwasserdaten werden in der Grund- und Rohwasserdatenbank Hessen (GruWaH) im HLNUG gespeichert und ausgewertet. Um entsprechend der Zielsetzung dieses Beitrags eine allgemeine Aussage über die Entwicklung der Nitratkonzentrationen in hessischen Grund- und Rohwässern machen zu können, wurden aus den Nitrat-Langzeitmessreihen Messwerte selektiert, regionalisiert und flächenhaft dargestellt.

2 Flächenhafte Darstellung der Nitratkonzentrationen

Die Grundwasserbeschaffenheit und damit auch die Nitratkonzentrationen können kleinräumig sehr unterschiedlich sein. Für einen landesweiten Überblick ist es deshalb von Nutzen, die punktuellen Messungen zu regionalisieren, um einen flächenhaften Überblick der Nitratkonzentrationen und damit Belastungsschwerpunkte zu erhalten. Zu beachten ist jedoch, dass hiermit nur das großräumige Belastungsniveau dargestellt werden kann, nicht aber kleinräumige Belastungszustände oder Einzelmesswerte.

Zwecks Regionalisierung und flächenhafter Darstellung der Daten wurde das SIMIK+ Verfahren angewandt (Simple Updating and Indicator Kriging based on additional Information). Das Verfahren SIMIK+ ist ein geostatistisches Verfahren, das von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Ba-

den-Württemberg entwickelt wurde (Bárdossy et al. 2003). Hierzu wurden die Nitratkonzentrationen der Grundwässer, die Landnutzung und die hydrogeologischen Teilräume datentechnisch so aufbereitet, dass sie mit SIMIK+ eingelesen und mit Hilfe des räumlichen Interpolationsverfahrens flächig berechnet werden konnten.

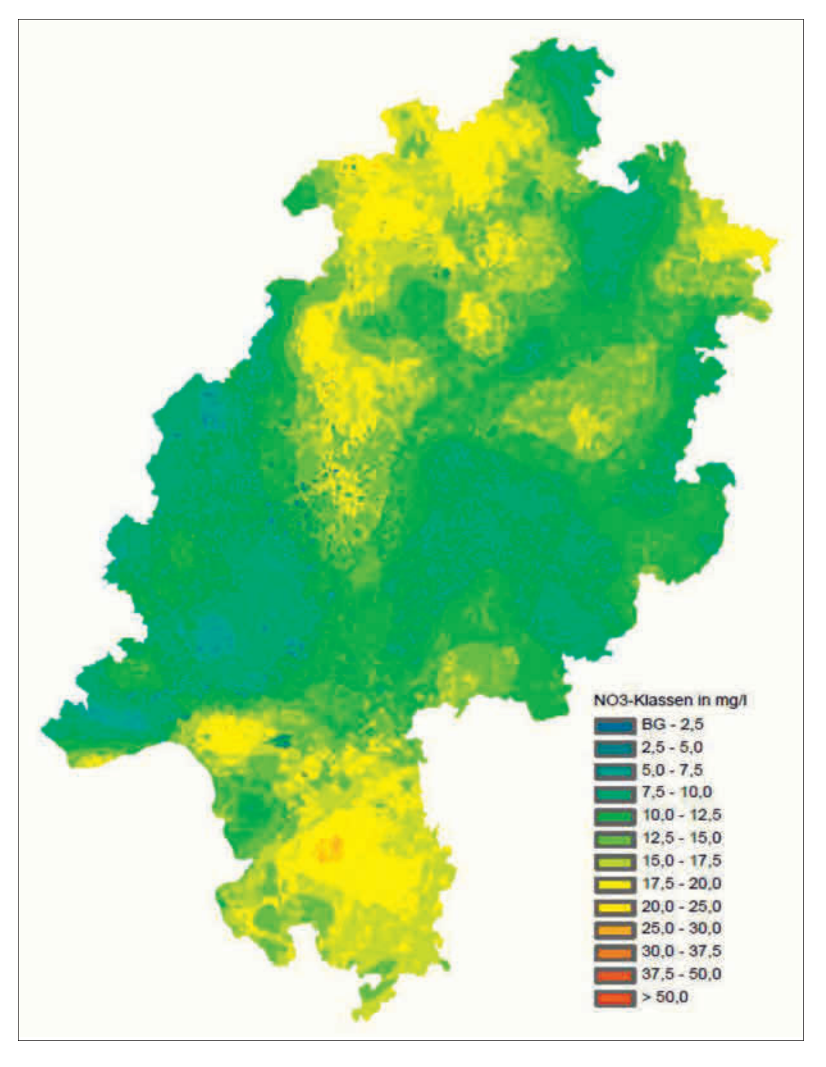


Abbildung 1: Regionalisierte Nitratkonzentrationen im Zeitraum 1973–1975.
Figure 1: Regionalised nitrate concentrations in the period 1973–1975.

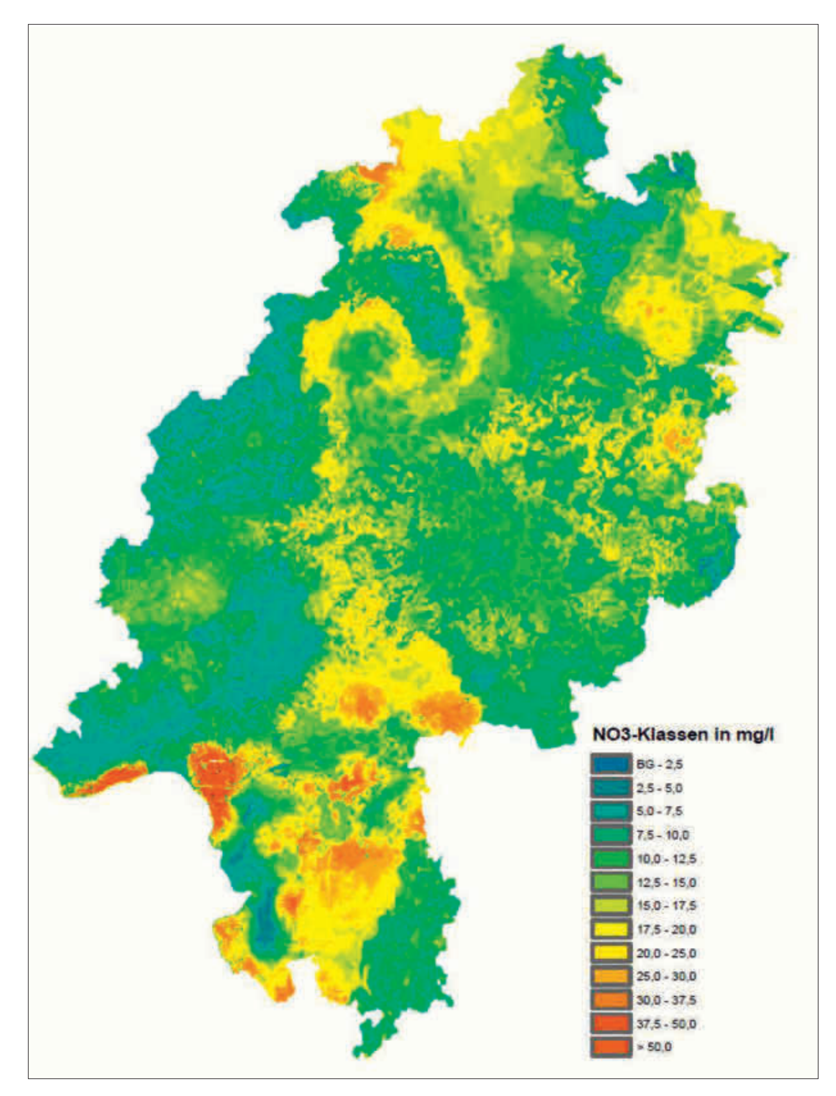


Abbildung 2: Regionalisierte Nitratkonzentrationen im Zeitraum 1993–1995.
Figure 2: Regionalised nitrate concentrations in the period 1993–1995.

In weiten Flächen der mittelhessischen Gebiete liegen die regionalisierten Nitratkonzentrationen bei rd. 5–20 mg/l. Überwiegend in Nord- und Südhessen gab es zwischen 1973–1975 einzelne Regionen mit Nitratkonzentrationen zwischen 20–30 mg/l (Abb. 1).

Im weiteren zeitlichen Verlauf nahmen die Nitratkonzentrationen erheblich zu, so dass es in den Jahren 1993–1995 zu einer flächigen Nitratverteilung kam, in einigen Gebieten wurden Konzentrationen > 50 mg/l aufgezeigt (Abb. 2).

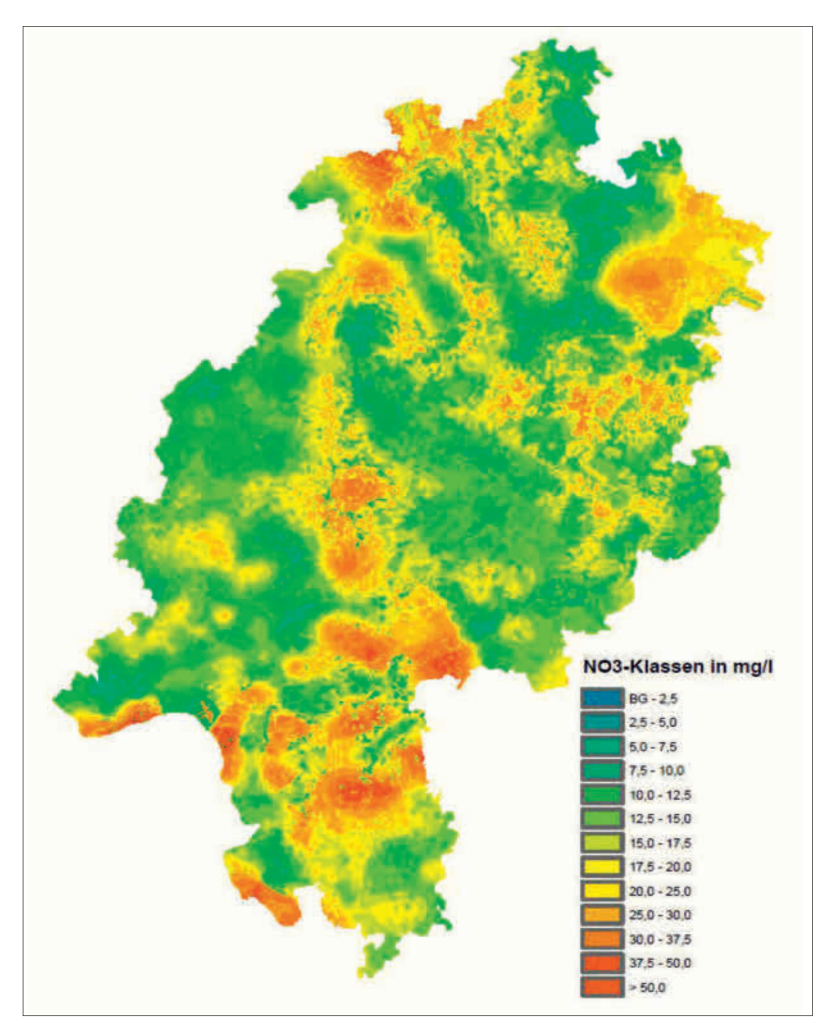


Abbildung 3: Regionalisierte Nitratkonzentrationen im Zeitraum 2009–2011.
Figure 3: Regionalised nitrate concentrations in the period 2009–2011.

Im Vergleich zur Karte für den Zeitraum 1993–1995 ist im weiteren zeitlichen Verlauf bis zum Jahr 2011 die flächige Verbreitung erhöhter Nitratkonzentrationen weiter vorangeschritten (Abb. 3). Das bedeutet, Flächen mit niedrigen Nitratkonzentrationen (≤ 15 mg/l) sind den Flächen mit Konzentrationen > 20 mg/l gewichen. Gleichermaßen haben die Gebiete mit Nitratkonzentrationen > 50 mg/l

in den mittel- und nordhessischen Regionen zugenommen. Insgesamt haben sich die Belastungsgebiete weiterhin bestätigt.

In den aktuellen Analysen sind weniger Extremwerte (> 100 mg/l) vorhanden, da insbesondere in landwirtschaftlichen Flächen erste Maßnahmen ergriffen worden sind, um hohe Nitrateinträge zu reduzieren (z. B. Kooperationen, Beratung der Landwirte). Auch sind einige Wassergewinnungsanlagen mit hohen Nitratbelastungen im Grundwasser vom Versorgungsnetz genommen worden und waren dadurch nicht mehr im Rahmen der RUV untersuchungspflichtig.

Weiterhin sind einige Gebiete mit reduzierenden Grundwasserverhältnissen erkennbar, bei denen, trotz der vorhandenen hohen Stickstoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung, Nitratkonzentrationen < 5 mg/l analysiert werden (z. B. im Hessischen Ried, Abb. 3). Durch ein reduzierendes Milieu im Grundwasserleiter, gekennzeichnet durch Armut an gelöstem Sauerstoff, sind zwar die Nitratkonzentrationen gering, allerdings sind dadurch erhöhte Ammoniumkonzentrationen vorhanden.

Der Rheingau, Teile des Hessischen Rieds, die Hanau-Seligenstädter Senke, der Vorspessart, die Wetterau und die westliche Niederhessische Senke sind Gebiete, in denen verbreitet hohe Nitratkonzentrationen anzutreffen sind. In den meisten dieser Gebiete sind zugleich intensive landwirtschaftliche Einflüsse zu beobachten, die einen erhöhten Stickstoffeintrag in die Böden und Grundwässer mit sich bringen. Besonders in den Gebieten mit Sonderkulturanbau sind sehr hohe Konzentrationen zu verzeichnen.

3 Nitratkonzentrationen im Grundwasser differenziert nach der Landnutzung

Um den Verlauf der Nitratkonzentrationen differenziert nach der Landnutzung darstellen zu können, wurde den Einzugsgebieten der jeweiligen Grundwassermessstellen eine dominierende Landnutzung zugeordnet. Dazu wurde der prozentuale Anteil der Landnutzungen im Einzugsgebiet berechnet und den Grundwassermessstellen zugeordnet (Abb. 4, 5). Unter „Messstellen" werden hier Messstellen des Landesgrundwasserdienstes sowie Förderbrunnen und Quellfassungen der Wasserversorger verstanden. Die Berechnung der Flächenanteile sowie deren Zuordnung erfolgten durch eine Verschneidung der Landnutzungsdaten mit den Einzugsgebieten. Dabei wurden die Landnutzungsdaten von ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) und InVeKoS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) verwendet.

Die Anzahl der ausgewählten Grundwassermessstellen, klassifiziert nach der überwiegenden Landnutzung im geohydraulischen Einzugsgebiet, variiert stark (Tab. 1). Insbesondere bei den urban geprägten Einzugsgebieten stehen nur verhältnismäßig wenige Grundwassermessstellen zur Verfügung. Lediglich rd. 15 % der Landesfläche werden von Siedlungen eingenommen. Weiterhin stehen kaum

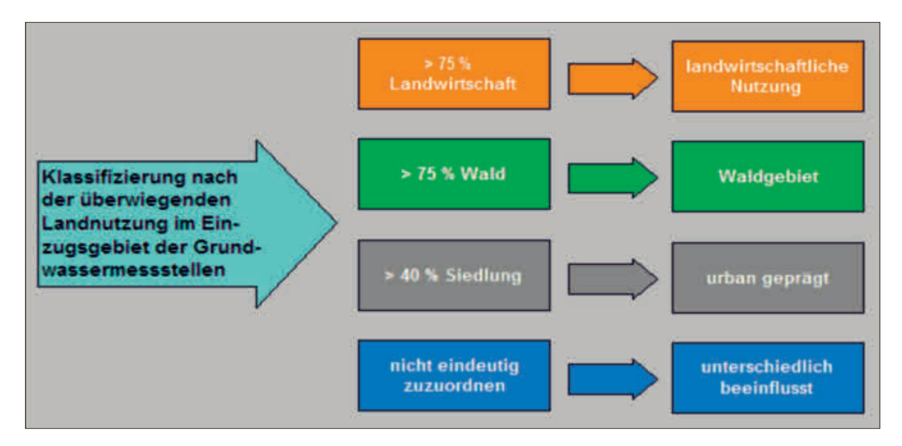


Abbildung 4: Klassifizierung der Messstellen nach den Flächenanteilen der Landnutzung im Einzugsgebiet.

Figure 4: Classification of the groundwater monitoring stations according to area

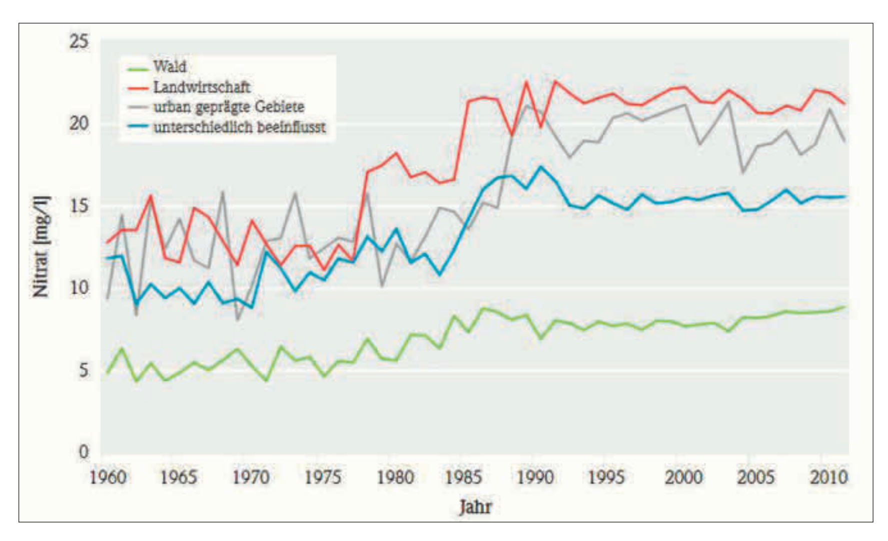


Abbildung 5: Mittelwert der Nitratkonzentrationen differenziert nach Landnutzung.

Figure 5: Mean value of the nitrate concentrations differentiated according to land use.

Grundwassermessstellen mit einem annähernd ausschließlichen urbanen Einzugsgebiet zur Verfügung. Der ganz überwiegende Teil der Messstellen hat auch andere Landnutzungen im Einzugsgebiet. Um überhaupt angenäherte Aussagen machen zu können, wurde daher die Zuordnung in die Klasse „urban geprägtes Einzugsgebiet“ bereits bei einem Siedlungsflächenanteil von 40 % getroffen. Die Folge ist eine stärkere Varianz der Nitratkonzentrationen bzw. der sich daraus ergebenden Mittelwerte für den Siedlungsbereich.

Tabelle 1: Anzahl der ausgewerteten Messstellen nach der Landnutzung
Table 1: Number of evaluated groundwater monitoring stations according to land use

Klasse	Anzahl Messstellen
landwirtschaftliche Nutzung	404
Waldgebiete	749
urban geprägte Gebiete	98
unterschiedlich beeinflusste Gebiete	860

3.1 Landwirtschaftliche Flächennutzung

In Einzugsgebieten mit überwiegend landwirtschaftlicher Flächennutzung sind die Nitratkonzentrationen am höchsten. Der Anstieg der Nitratkonzentrationen in den 1980er-Jahren ist auf die Intensivierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung zurückzuführen. Die Stickstoffbilanzüberschüsse lagen bundesweit zu Beginn der 1950er-Jahre bei weniger als 30 kgN/(ha/a). Aufgrund steigender landwirtschaftlicher Produktion stiegen sie bis Ende der 1980er-Jahre auf 130 kgN/(ha/a). Dies verursachte gerade unter den landwirtschaftlichen Nutzflächen erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser. In den 1990er-Jahren waren die Stickstoffbilanzüberschüsse bundesweit bis auf 80 kgN/(ha/a) rückläufig (BMU 2004).

Im Mittel nahmen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser bis in die 1990er-Jahre zu. Dabei wurden bei einigen Messstellen Höchstwerte von über 200 mg/l analysiert. Sehr hohe Nitratkonzentrationen sind vor allem in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen mit Sonderkulturanbau, wie z. B. Weinbau, zu finden. Seit 1995 haben sich die Werte auf hohem Niveau gehalten (Abb. 5). Dabei muss berücksichtigt werden, dass viele Wassergewinnungsanlagen mit Nitratkonzentrationen über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l von den jeweiligen Wasserversorgern außer Betrieb genommen wurden. Von diesen Anlagen werden nach der Außerbetriebnahme keine Proben mehr genommen. Wäre dieses der Fall, könnte eine weiterhin leicht steigende Tendenz nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Zusätzlich ist von einer Stabilisierung der Nitratkonzentrationen durch die zahlreichen Kooperationen in Wasserschutzgebieten auszugehen. Eine bedarfsorientierte und gleichzeitig grundwasserschonende landwirtschaftliche Flächennutzung ist hierbei das Ziel.

3.2 Waldgebiete

Bei Messstellen, deren Einzugsgebiete überwiegend im Wald liegen, sind die Nitratkonzentrationen im Grundwasser deutlich niedriger als bei anderen Landnutzungen (Abb. 5). Der Mittelwert liegt > 10 mg/l. Der steigende Trend ist durch anhaltend hohe atmosphärische Stickstoffeinträge erklärbar. Dabei „kämmen“ die Bäume, insbesondere die immergrünen Nadelbäume wie z. B. Fichten, den Stickstoff aus der Luft, wobei feste Partikel oder im Nebel gelöste Stoffe durch die Oberflächenrauigkeit der Baumkronen verstärkt aufgenommen werden und auf diesem Weg in das Ökosystem Wald gelangen.

Bei den hessischen Baumbeständen betrug der Stickstoffeintrag, definiert als NH_4-N + NO_3-N, im Jahr 2009 im Mittel unter Fichten 23,6 kg/ha und unter Buchen 17,1 kg/ha. Im Freiland waren es dagegen lediglich 8,8 kg/ha. Unter Fichten und Buchen wurde mehr anorganischer Stickstoff mit dem Niederschlag in den Wald eingetragen, als die Bäume und die Waldbodenpflanzen für ihr Wachstum benötigen (HMUELV 2010). Hierdurch ergibt sich ein Überschuss, der zu dem leicht steigenden Trend von Nitrat im Grundwasser unter Waldbeständen führt.

3.3 Urban geprägte Gebiete

Insgesamt ist bei den Grundwässern mit einem urban geprägten Einzugsgebiet zu beachten, dass der Flächenanteil der Siedlungen in Hessen bei lediglich rd. 15 % liegt und daher deutlich geringer ist als bei den anderen aufgeführten Landnutzungen. Die Anzahl der verwendeten Grundwassermessstellen und damit auch der Grundwasserwerte ist dadurch geringer. Hieraus ergeben sich größere Schwankungen des Mittelwertes. Die Aussagekraft der Ganglinie ist daher gegenüber den anderen Landnutzungen niedriger.

Die Klasse mit Grundwässern, die ein urban geprägtes Einzugsgebiet haben, zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die Grundwässer mit einem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet. Auch hier findet ein deutlicher Sprung, wenn auch leicht verzögert, in den 1980er-Jahren statt (Abb. 5). Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass sich das Düngeverhalten im innerstädtischen Bereich dem der Landwirtschaft angeglichen hat. Plausibel wäre dieses insbesondere für Haus- und Kleingärten. Andererseits liegen Siedlungen häufig in Regionen, die landwirtschaftlich genutzt werden. Der Einfluss der Grundwässer, die aus den Gebieten mit einer überwiegenden landwirtschaftlichen Flächennutzung in den Siedlungsbereich fließen, scheint größer zu sein als der Einfluss der urbanen Flächennutzung auf das Grundwasser.

Gleichfalls besteht in Siedlungsgebieten die Gefahr eines Stickstoffeintrags durch defekte Abwasserleitungen. Hierdurch lässt sich jedoch der sprunghafte Anstieg in der 1980er-Jahren nicht erklären.

3.4 Unterschiedlich beeinflusste Gebiete

In dieser Klasse sind die Einzugsgebiete der Grundwassermessstellen keiner bestimmten Landnutzung zuzuordnen. Der Verlauf der Ganglinie korreliert mit dem Kurvenverlauf der landwirtschaftlich beeinflussten Grundwässer. Das deutet darauf hin, dass viele Messstellen dieser Kategorie überwiegend durch die landwirtschaftlichen Flächennutzungen beeinflusst werden (Abb. 5).

4 Untersuchung des Trends bei den Nitratkonzentrationen

Um langfristige und signifikante Trends bei den Nitratkonzentrationen im Grundwasser zu untersuchen, wurden aus dem Datenpool gezielt entsprechende Grundwassermessstellen selektiert. Dabei wurden in einem ersten Schritt die Grundwassermessstellen ermittelt, die den folgenden statistischen Kriterien entsprachen:

- Anzahl (n) der Proben an einer Messstelle > 20
- mittlerer linearer Trend der Nitratkonzentrationsentwicklung pro Jahr, für steigende Konzentrationen > 0 mg/(l·a), für fallende Konzentrationen < 0 mg/(l·a)
- das Bestimmtheitsmaß R^2 (Güte) für den Trend, mindestens $R^2 > 0,5$
- keine größeren Streuungen der Werte, Standardabweichung S < 20

Bei insgesamt 5.608 Messstellen zeigten die Grundwässer aus 238 Messstellen einen signifikant steigenden bzw. aus 113 Messstellen einen signifikant fallenden Trend der Nitratkonzentrationen.

In Abbildung 6 sind die ausgewählten Trend-Messstellen dargestellt. Ein steigendes oder fallendes Pfeilsymbol bedeutet nicht, dass dort eine Messstelle mit hohen bzw. niedrigen Nitratkonzentrationen vorhanden ist. Es besagt ausschließlich, dass diese Messstelle einen linearen signifikanten Trend im Grundwasser über einen bestimmten Beobachtungszeitraum aufweist. Der Trend kann z. B. über viele Jahre hinweg von niedrigen zu höheren Konzentrationen verlaufen, ohne dass dabei ein Grenz- oder Schwellenwert überschritten wird. Gleichfalls werden Grundwassermessstellen mit beständig hohen oder niedrigen Nitratkonzentrationen im Grundwasser bei dieser Auswertung nicht angezeigt, wenn sie keinen fallenden bzw. steigenden Trend aufweisen. Außerdem gilt es zu beachten, dass ein bestimmter Trend keinen Rückschluss auf die aktuelle Nitrat-Situation im Grundwasser zulässt.

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, welche Landnutzung bzw. Anbaufrucht die Ursache für den Trend sein könnte. Dazu wurden die Flächenanteile der Landnutzungen in den abgeschätzten Grundwassereinzugsgebieten der Messstellen berechnet.

Als Ergebnis für die beiden Datenkollektive (steigender bzw. fallender Nitrat-Trend) ist zu beobachten, dass über alle Einzugsgebiete der beiden Trend-Mess-

stellengruppen die Wald- und Siedlungsflächen annähernd gleich groß sind (Abb. 7a,b). Unterschiedlich ist jedoch der Flächenanteil von Dauergrünland und verschiedener Feldfrüchte (z. B. Winterweizen, Wintergerste, Winterraps).

Für das Datenkollektiv mit steigendem Nitrat-Trend ergibt sich ein geringerer Anteil von Dauergrünland und damit ein höherer Anteil bei den angebauten Feldfrüchten. Diese Kombination im Einzugsgebiet der Messstellen scheint sich ungünstig auf das Trendverhalten auszuwirken. Der positive Effekt von Dauergrünland auf die Nitratkonzentrationen im Grundwasser ist dadurch verringert, denn eine ganzjährig geschlossene Grasnarbe sorgt kontinuierlich für Stickstoff-

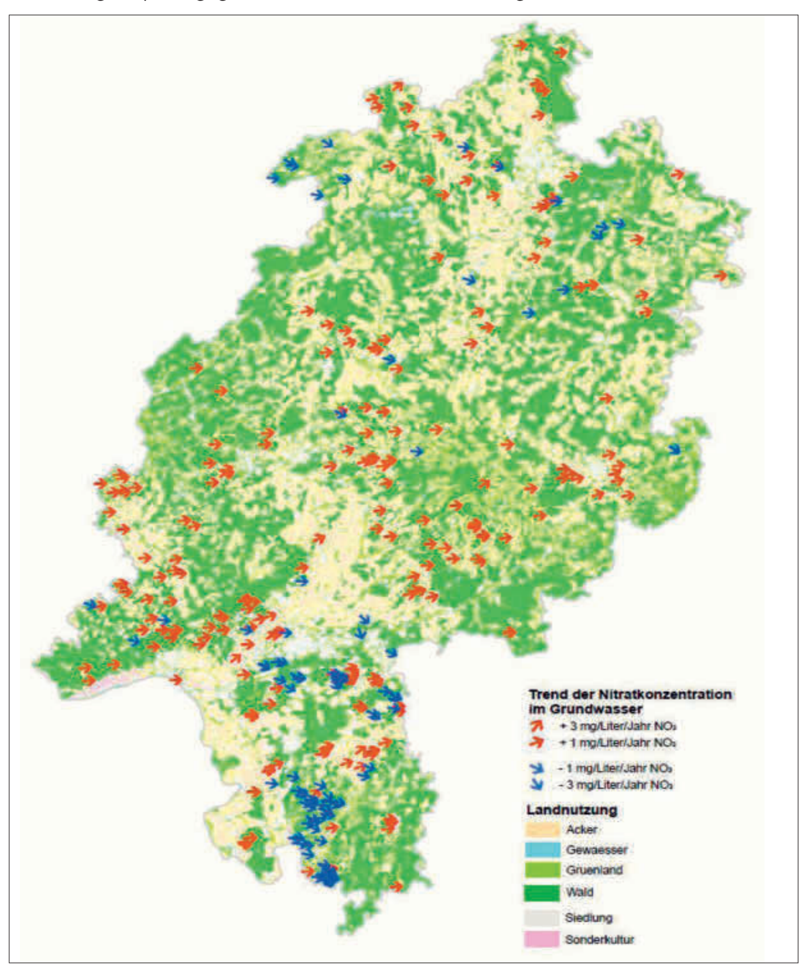


Abbildung 6: Selektierte Nitrat-Trendmessstellen, auf Grundlage der beschriebenen statistischen Kriterien.

Figure 6: Selected monitoring stations with a nitrate trend based on the described statistical criteria.

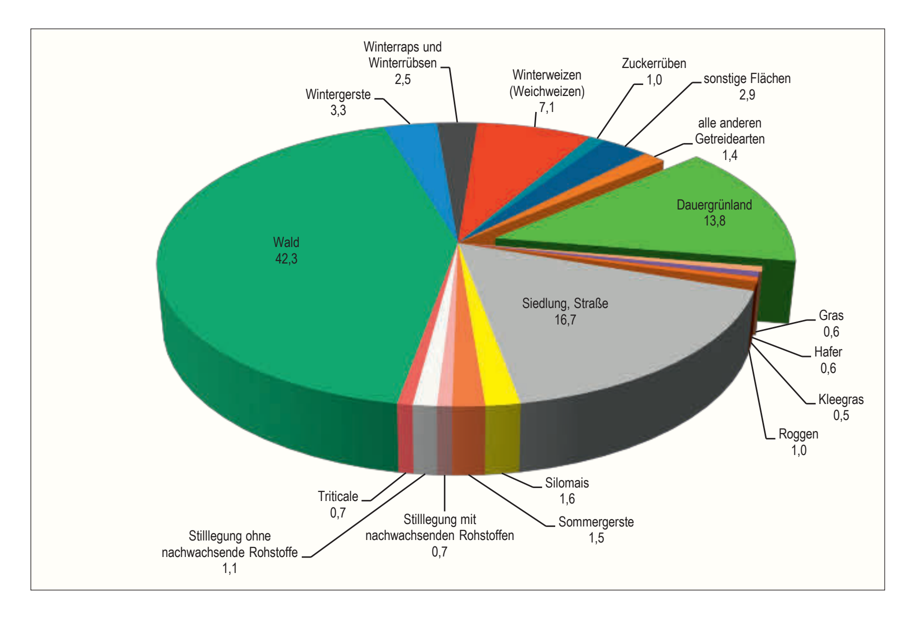


Abbildung 7a: Mittlere berechnete Flächenanteile der Landnutzungen in den Einzugsgebieten der Messstellen mit steigendem Nitrat-Trend im Grundwasser.

Figure 7a: Average calculated coverage of the land uses in the catchment areas of the monitoring stations with rising trend of nitrate concentrations in the groundwater.

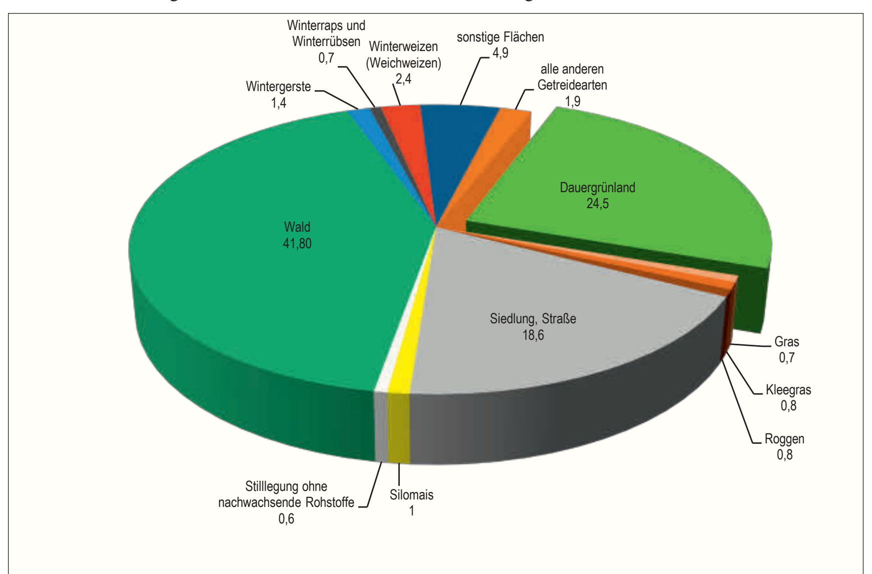


Abbildung 7b: Mittlere berechnete Flächenanteile der Landnutzungen in den Einzugsgebieten der Messstellen mit fallendem Nitrat-Trend im Grundwasser.

Figure 7b: Average calculated coverage of the land uses in the catchment areas of the monitoring stations with downward trend of nitrate concentrations in the groundwater.

entzug. Der hier bestehende höhere Anteil an Feldfrüchten scheint das nicht in gleicher Weise zu leisten. Sollte in Zukunft der Anteil an „Rohstoffpflanzen" (z. B. Mais) für z. B. Biogasanlagen zunehmen und dadurch der Anteil an Grünland abnehmen, wären negative Auswirkungen auf die Entwicklung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser zu besorgen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Nitratkonzentrationen haben sich bezogen auf die im Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012 dargestellte Situation nur unwesentlich verändert, so dass im landesweiten Überblick kein Rückgang festzustellen ist. Die Nitratkonzentrationen stagnieren insbesondere unter landwirtschaftlich genutzten Flächen weiterhin auf hohem Niveau. Ein Rückgang zeigt sich dann, wenn im Einzugsgebiet der Grundwassermessstellen überwiegend Dauergrünlandflächen bestehen.

Die in Kapitel 3.1 angesprochene Außerbetriebnahme von Trinkwassergewinnungsanlagen im Falle zu hoher Nitratkonzentrationen im Grundwasser kann im Hinblick auf den Schutz des unterirdischen Gewässers, der von der WRRL und einer speziellen Tochterrichtlinie vom 12.12.2006 sowie in Gesetzen und Verordnungen des Bundes und der Länder gefordert wird, keine Lösung sein.

Zur Reduzierung der Stickstoffbelastungen werden aktuell in Gebieten, in denen Nitratkonzentrationen von mehr als 50 mg/l vorkommen bzw. ein Überschreiten dieses Wertes zu befürchten ist, flächendeckend Maßnahmen umgesetzt, um die Werte zu senken. Die Vorgehensweise entspricht den Anforderungen der WRRL und bezieht sich auf die landwirtschaftliche Flächennutzung. Aufgrund der ergriffenen Maßnahmen gibt es in Hessen sogenannte „WRRL-Maßnahmenräume", in denen die am Grundwasserschutz orientierte landwirtschaftliche Beratung im Vordergrund steht. Hiermit soll u. a. eine Reduzierung der Stickstoffeinträge in Boden und Grundwasser erreicht werden. Weiterhin befindet sich die Düngeverordnung (DüV) in der Novellierung, um eine Minderung der Stickstoffeinträge in Boden und Grundwasser zu erreichen.

6 Literatur

Bárdossy, A., Giese, H., Grimm-Strele, J. & Barufke, K.-P. (2003): SIMIK+ – GIS-implementierte Interpolation von Grundwasserparametern mit Hilfe von Landnutzungs- und Geologiedaten. HyWa, **47(1)**: 13-20; Koblenz.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) (2004): 3. Bericht der Bundesrepublik Deutschland (BMUB) gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) (Hrsg.) (2010): Waldzustandsbericht 2010.– 36 S.; Wiesbaden.

Rückert, H. (2016): Grundwasserbeschaffenheit – Nitrat.– In: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.): Gewässerkundlicher Jahresbericht 2015.– Hydrologie in Hessen, **14**: 62-70; Wiesbaden.

Toussaint, B. (2004): Überwachung von Grundwasserleitern – Grundwassermonitoring.– In: Langguth, H.-R. & Voigt, R. (Hrsg.):Hydrogeologische Methoden, 2. überarb. u. erw. Aufl.– 667-777; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

Harald Rückert
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustr. 186
65203 Wiesbaden
Tel.: 0611/6939-707
E-Mail: harald.rueckert@hlnug.hessen.de

Manuskripteingang: 27. Oktober 2016

In Abstimmung mit dem Autor ergänzender Nachtrag des Schriftleiters, der während seiner beruflichen Laufbahn als Hydrogeologe u. a. einen langjährigen fachlichen Schwerpunkt im Grundwasser-Monitoring und Grundwasserschutz hatte:

In Anbetracht der z. T. großflächigen Grundwasserbelastungen, die nur – falls überhaupt – mit hohem technischen und finanziellen und sich auch nicht sofort auswirkendem Aufwand zu reparieren sind (Nachsorge), muss das Verursacherprinzip greifen. Das bedeutet, dass die Landwirtschaft in die Pflicht zu nehmen ist: Der Eintrag von Schadstoffen wie u. a. Nitrat in das Grundwasser muss an der Quelle unterbunden, zumindest deutlich minimiert werden (Vorsorge). Dazu gibt es unterschiedliche Ansätze, die hier nicht weiter diskutiert werden sollen.

Eine nach bestimmten Vorgaben gezielt reduzierte Düngung von landwirtschaftlichen Flächen kommt auch dem Schutzgut Boden zugute. Eine gute Bodenfruchtbarkeit ist nur gewährleistet, wenn die die Biomasseproduktion beeinflussenden mineralogischen, physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften und Prozesse optimal bzw. im Gleichgewicht sind. Und Bodenfruchtbarkeit ist nur gegeben, wenn ausreichend Humus vorhanden ist, der unter Mithilfe von Bakterien aus organischer Substanz gebildet wird. Ein humusreicher Boden stellt eine Barriere gegenüber dem Eintrag von Schadstoffen in den tieferen Untergrund und letztlich in das Grundwasser dar. Beispielsweise werden Schwermetalle, u. a. resultierend aus dem Ausbringen von Klärschlamm, adsorbiert oder komplex gebunden, auch Stickstoff, Phosphor und andere Pflanzennährstoffe werden ebenso wie die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln oder Tiermedizin wie Antibiotika im humusreichen Bodenhorizont nahe der Erdoberfläche festgehalten und nicht durch Niederschläge oder künstliche Beregnung ins Grundwasser gespült. Enthält der Boden durch Überdüngung (N-Überschuss Flächenbilanz 2014 in Hessen 48 kg N/ha gemäß Nitratbericht 2016 des BMUB / BMEL; Hessen liegt im Mittelfeld der Bundesländer) zu viel Nitrat, wird die Humusstruktur ungünstig verändert, weil das Bodenleben negativ beeinflusst wird. Der Boden verliert seine Eigenschaft als Schadstoff-Bremse, sein Wasserrückhaltevermögen wird eingeschränkt und er unterliegt stärker der Erosion. Überdüngung zeitigt somit nicht nur negative Folgen für das Grundwasser, sondern auch für den Boden selbst.

Stickstoff-Düngung – sei es in Form von anorganischem Nitrat, sei es als Gülle oder Jauche als flüssige Wirtschaftsdünger, der erst zeitlich gestreckt und in Abhängigkeit von der Temperatur mineralisiert wird – in Gaben, die höher sind als die jeweilige Frucht für optimales Wachstum benötigt, hat eine nicht hinnehmbare Belastung des Schutzgutes Grundwasser (und Boden) zur Folge. Da in Deutschland unter landwirtschaftlichen Flächen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser zumindest bereichsweise zu hoch sind, hat die EU-Kommission im November 2016 die Bundesrepublik wegen des Verstoßes gegen die EU-Nitrat-Richtlinie vom 12.12.1991 beim Europäischen Gerichtshof in Luxemburg verklagt. Bereits im Mai 2016 wurde ein Vertragsverletzungsverfahren in Gang gesetzt. Im Bund sowie in den Ländern und somit auch in Hessen ist eine neue Düngeverordnung mit schärferen Auflagen als bisher bereits in Arbeit.